

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND*EP04/9404*

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 25 NOV 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 39 097.9

BEST AVAILABLE COPY**Anmeldetag:**

22. August 2003

Anmelder/Inhaber:Schunk Ultraschalltechnik GmbH,
35435 Wettenberg/DE**Bezeichnung:**Vorrichtung zum Verdichten und/oder Verschweißen
von elektrischen Leitern**IPC:**

H 01 R, B 23 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. August 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident

Im Auftrag

Stark

SCHUNK Ultraschalltechnik GmbH
Hauptstraße 97

35435 Wettenberg

Beschreibung

Vorrichtung zum Verdichten und/oder Verschweißen von elektrischen Leitern

- 10 Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Verdichten und/oder Verschweißen von elektrischen Leitern, insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode, von der ein Abschnitt eine erste Begrenzungsfläche eines die Leiter aufnehmenden Verdichtungsraum ist, der des Weiteren von einem eine zweite Begrenzungsfläche bildenden Abschnitt einer
- 15 Gegenelektrode wie Amboss sowie zumindest einer weiteren von einem Begrenzungselement gebildeten dritten Begrenzungsfläche begrenzt ist.

- Aus der DE 31 51 151 A1 ist eine Ultraschallschweißvorrichtung bekannt, mit der erstmalig Leiter verschweißt werden können, ohne dass übliche die Knotenstellen umgebende
- 20 Hülsen erforderlich sind. Hierzu werden die Leiter in einen Verdichtungsraum eingelegt, der von einem Abschnitt einer Sonotrode und einem Abschnitt einer Gegenelektrode wie Amboss begrenzt ist.

- Aus der EP 0 143 936 B2 ist eine Ultraschallschweißvorrichtung bekannt, bei der ein Ver-
- 25 dichtungsraum von vier Elementen begrenzt wird, um den Verdichtungsraum insbesondere in Höhe und Breite verstellen zu können. Hierzu sind neben der Sonotrode und der Gegen-

elektrode bzw. Amboss zwei seitliche Begrenzungselemente vorgesehen, von denen zumindest eines verstell- wie verschiebbar ist.

5 Der EP 0 723 713 D1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Kompaktieren und anschließenden Schweißen von elektrischen Leitern bekannt, wobei nach dem Kompaktieren der Leiter eine charakteristische Größe des Verdichtungsraums gemessen wird, um sodann unter Zugrundelegung dieser Größe abgelegte Schweißparameter abzurufen.

10 Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart auszubilden, dass insbesondere die von einer Ultraschallschweißvorrichtung mit in zwei senkrecht zueinander verlaufenden Richtungen verstellbarem Verdichtungsraum gegebenen Vorteile unverändert beibehalten werden, gleichzeitig jedoch eine konstruktive Vereinfachung gegeben ist.

15 Zur Lösung des Problems sieht die Erfindung insbesondere vor, dass der Verdichtungsraum einen im Wesentlichen dreieckförmigen offenen Querschnitt aufweist, der von den relativ zueinander verstellbaren Abschnitten der Sonotrode und der Gegenelektrode sowie dem einen Begrenzungselement gebildet ist.

20 Abweichend vom vorbekannten Stand der Technik wird der Verdichtungsraum allein von drei zueinander verstellbaren Elementen umgeben, so dass sich eine kompakte Einheit ergibt. Gegebenenfalls kann zusätzlich ein Zwischenelement wie Zwischenplatte vorgesehen sein, insbesondere zwischen der Sonotrode und dem zu dieser verschiebbaren Begrenzungselement.

25

Zur Erzielung eines dreieckförmigen Querschnitts ist insbesondere vorgesehen, dass der die erste Begrenzungsfläche bildende Abschnitt der Sonotrode zur von der Gegenelektrode gebildeten zweiten Begrenzungsfläche einen Winkel α mit $\alpha \neq 90^\circ$, insbesondere $30^\circ < \alpha < 60^\circ$ beschreibt und dass die zweite Begrenzungsfläche unter Einhaltung eines Spaltes in
30 die erste Begrenzungsfläche übergeht.

Erfindungsgemäß verlaufen die Begrenzungsflächen von Sonotrode und Amboss bzw. Gegenelektrode in einem spitzen Winkel zueinander, wobei der Amboss entlang der Sonotrode unter Einhaltung eines konstanten oder nahezu konstanten Spaltes verstellt wird.

- 5 Um ein diesbezügliches Verstellen mit konstruktiven einfachen Maßnahmen zu realisieren, geht die Gegenelektrode bzw. der Amboss in gewohnter Weise von dem seitlichen und in der Praxis vertikal verschiebbaren Begrenzungselement aus, wie dies zum Beispiel aus der DE 37 19 083 C1 bekannt ist. Auf die diesbezügliche Offenbarung wird ausdrücklich verwiesen.

- Beim Verringern des Querschnitts des Verdichtungsraums, also beim Verstellen des Begrenzungselementes entlang der Sonotrode wird gleichzeitig die Gegenelektrode zurückgefahren, wobei eine Zwangsführung derart erfolgt, dass die Gegenelektrode in Bezug auf ihren zur von der Sonotrode gebildeten ersten Begrenzungsfläche angrenzenden Randbereich einen konstanten oder nahezu konstanten Abstand einhält, dessen Abmessungen denen von veränderbaren Verdichtungsräumen her bekannten entsprechen. Die Zwangsführung kann dabei mechanisch oder motorisch gesteuert erfolgen.
- 15

- Insbesondere ist vorgesehen, dass von der Gegenelektrode zumindest ein Vorsprung abragt, der mit zumindest einer zumindest abschnittsweise einer Kurve oder Geraden folgenden Führung, die ggf. auch als Nut- oder Kulissenschlitz ausgebildet sein kann, zusammenwirkt. Dabei weist die Zwangsführung zumindest abschnittsweise einen Verlauf auf, der dem der ersten Begrenzungsfläche entspricht, wodurch der konstante oder nahezu konstante Spalt zwischen der Gegenelektrode und der ersten Begrenzungsfläche sichergestellt ist.
- 20
- 25

- In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die von der Gegenelektrode gebildete zweite Begrenzungsfläche zu der von dem Begrenzungselement gebildeten dritten Begrenzungsfläche einen Winkel β mit $\beta = 90^\circ$ oder $\beta > 90^\circ$ einschließt.
- 30

Insbesondere ist die Bewegungsrichtung der Gegenelektrode zu der des Begrenzungselementes derart gewählt, dass diese in Bezug auf den Verdichtungsraum einen stumpfen Winkel einschließen, wodurch eine leichte Bewegbarkeit der Gegenelektrode sichergestellt ist. Der stumpfe Winkel kann zum Beispiel im Bereich zwischen 91° und 93° liegen.

5

In besonders hervorzuhebender Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass sämtliche Begrenzungsflächen strukturiert sind, so dass bei der Ausbildung eines Knotens dieser ebenfalls voll umfangsseitig strukturiert ist.

10

Des Weiteren kann zur Erzielung einer gewünschten Geometrie des auszubildenden Knotens die erste Begrenzungsfläche in Bezug auf den Verdichtungsraum einen zumindest abschnittsweise konkaven Verlauf aufweisen. Eine entsprechende Geometrie muss sodann die Zwangsführung für die Gegenelektrode zeigen.

15

Um eine Sonotrode mit hohen Standzeiten zu erzielen, ist vorgesehen, dass die Sonotrode mehrere erste Begrenzungsflächen umfasst, wobei die Sonotrode in ihrem die Begrenzungsflächen aufweisenden Bereich einen Querschnitt eines Vielecks wie Achtecks aufweist. Hierdurch ist eine optimale Nutzung der Sonotrode gegeben.

20

Des Weiteren ist vorgesehen, dass die Gegenelektrode derart zwangsgeführt ist, dass beim Einlegen der Leiter in den Verdichtungsraum die Gegenelektrode außerhalb des Verdichtungsraums verläuft. Hierdurch ist eine Vereinfachung des Einbringens der Leiter gegeben, da die Gegenelektrode bzw. der Amboss zu einer Behinderung nicht führt. Dieses vollständige Zurückziehen der Gegenelektrode aus dem Verdichtungsraum kann ebenfalls durch

25

die Zwangsführung erfolgen.

Um auszuschließen, dass ein herzustellender Knoten scharfe Kanten aufweist, sieht eine ebenfalls hervorzuhebende Ausgestaltung der Erfindung vor, dass an das Begrenzungselement angrenzender Rand der Sonotrode und/oder an die Gegenelektrode angrenzender

30

Rand des Begrenzungselementes und/oder an die Sonotrode angrenzender Rand der Ge-

genelektrode derart geformt ist, dass der Querschnitt des Verdichtungsraums entsprechend abgerundete Ecke bzw. Ecken aufweist.

5 Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen – für sich und/oder in Kombination –, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung von der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:




Fig. 1 eine Prinzipdarstellung einer ersten Ausführungsform eines Verdichtungsraums einer Ultraschallschweißvorrichtung,

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform eines Verdichtungsraums,

15

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform eines Verdichtungsraums,

Fig. 4 einen Querschnitt durch einen Knoten,

20

Fig. 5 eine vierte Ausführungsform eines Verdichtungsraums,




Fig. 6 eine fünfte Ausführungsform eines Verdichtungsraums und

Fig. 7 eine sechste Ausführungsform eines Verdichtungsraums.

25

Anhand der nachstehend zu erläuternden Ausführungsbeispielen werden unterschiedliche Ausbildungen von Verdichtungsräumen erläutert, mit denen elektrische Leiter wie Litzen verdichtet und verschweißt werden sollen, um z. B. Durchgangs- oder Endknoten herzustellen. Die Verdichtungsräume werden dabei von Elementen einer Ultraschallschweißvorrichtung begrenzt, wie diese z. B. aus der EP 0 723 713 B1 oder der DE 37 19 083 A1 be-

30

kannt sind. Auf die entsprechenden Ausführungen insbesondere in Bezug auf die Funktion einer Ultraschallschweißvorrichtung wird nachdrücklich verwiesen.

Um eine optimale Verdichtung bzw. Verschweißung von Leitern 10 unabhängig von deren Querschnitt sicherzustellen, muss der jeweilige Verdichtungsraum auf den Querschnitt der Leiter 10 bzw. der Anzahl der Leiter 10 einstellbar sein. Dabei wurde erstmalig in der DE 33 35 254 A1 vorgeschlagen, einen Verdichtungsraum in zwei senkrecht zueinander verlaufenden Richtungen verstellbar auszubilden.

Sind nach dem Stand der Technik vier Elemente erforderlich, um einen Verdichtungsraum entsprechend verändern zu können, so sind nach der erfindungsgemäßen Lehre nur noch drei Elemente notwendig, die von Abschnitten einer Ultraschallschwingungen erzeugenden Sonotrode 12, einer Gegenelektrode - nachstehend Amboss 14 genannt – und einem seitlichen Begrenzungselement 16 gebildet werden.

Die Sonotrode 12 bildet dabei eine erste Begrenzungsfläche 18 eines Verdichtungsraums 20. Eine zweite Begrenzungsfläche 22 wird von dem Amboss 14 zur Verfügung gestellt, der verschiebbar von dem Begrenzungselement 16 ausgeht, das seinerseits eine dritte Begrenzungsfläche 24 zur Verfügung stellt.

Amboss 14 und Begrenzungselement 16 sind dabei in gewohnter Weise miteinander verbunden, wobei der Amboss 14 senkrecht zur Verschieberichtung (Pfeil 26) des Begrenzungselements 16 nach den Ausführungsbeispielen der Fig. 1, 2, 3, 5 und 7 verstellbar ist, also in einer Art, wie diese z. B. der DE 37 19 083 A1 zu entnehmen ist. Die Bewegungsrichtung des Amboss 14 ist in Fig. 1 mit dem Bezugszeichen 28 gekennzeichnet.

Wie die Darstellung in Fig. 1 verdeutlicht, verläuft die Begrenzungsfläche 18 der Sonotrode 12 geneigt zu den Begrenzungsflächen 22, 24 des Ambosses 14 und des Begrenzungselementes 16. Somit weist der Verdichtungsraum 20 einen dreieckförmigen offenen Querschnitt auf. Dreieckförmig schließt dabei auch eine hiervon abweichende Geometrie wie in

etwa Trapezform ein. Eine Spitze des Dreiecks bildet dabei Boden bzw. Bodenbereich des Verdichtungsraums 20.

Die Begrenzungsfläche 18 der Sonotrode 12 schließt zu der Begrenzungsfläche 22 des Amboss 14 einen Winkel α ein, der vorzugsweise zwischen 30° und 60° liegt. Zwischen der Sonotrodenbegrenzungsfläche 18 und der Begrenzungsfläche 24 des Begrenzungselementes 16 verläuft ein Winkel β , der zwischen 60° und 30° liegen sollte. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 beschreibt die Begrenzungsfläche 22 des Ambosses 14 zu der Begrenzungsfläche 24 des Begrenzungselements 16 einen rechten Winkel.

Damit beim Verstellen der Verdichtungsraum 22, also beim Verdichten und Verschweißen der Leiter 10 ein gleichbleibender Abstand zwischen dem Amboss 14, d. h. dessen sonotrodennah verlaufenden Querrand 30 und der Begrenzungsfläche 18 der Sonotrode 12 eingehalten wird, wird beim Verstellen des Begrenzungselements 26 der Amboss 14 derart zwangsgeführt, dass Bewegungsrichtung (Pfeil 32) des Querrands 30 parallel zu der Begrenzungsfläche 18 verläuft. Dabei kann eine mechanische oder elektromotorische Zwangsführung erfolgen. Andere technisch gleichwirkende Lösungen sind gleichfalls möglich.

Rein prinzipiell ist hierzu nach Fig. 1 vorgesehen, dass von dem Amboss 14 ein Vorsprung 34 abragt, der mit einer Zwangsführung 36 zusammenwirkt, die ggf. als linienförmiger Vorsprung, als Kulissenschlitz o. ä. ausgebildet sein kann.

Die Zwangsführung 36 verläuft dabei parallel zu der Begrenzungsfläche 18 der Sonotrode 12 in dem Bereich, in dem der Amboss 14 mit seinem Rand 30 entlang der Begrenzungsfläche 18 während der Querschnittsveränderung des Verdichtungsraums 20 verstellt wird.

Um Leiter 10 in den Verdichtungsraum 20 problemlos einzulegen, wird das Begrenzungselement 26 angehoben. Durch den Verlauf der Zwangsführung 36 bedingt wird sodann der Amboss 14 vollständig aus dem Verdichtungsraum 20 zurückgezogen, wie durch den Verlauf der Zwangsführung 36 in Fig. 1 verdeutlicht wird.

Weitere Ausgestaltungen und Ausbildungen des erfindungsgemäß ausgebildeten Verdichtungsraums 20 sind den Fig. 2 bis 7 zu entnehmen, wobei für gleiche Elemente grundsätzlich gleiche Bezugszeichen benutzt werden.

5

Um einen Knoten umfangsseitig zu strukturieren, ist nach dem Ausführungsbeispiel der Fig. 2 der Verdichtungsraum 28 selbst umfangsseitig strukturiert, d. h. die Begrenzungsflächen 18, 22, 24 weisen eine Struktur in Form von Wellen, Waffeln, Rippen oder ähnliches auf. Die entsprechende Strukturierung ist mit dem Bezugszeichen 38 gekennzeichnet.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit, dass die Begrenzungsfläche 18 der Sonotrode 12 in Bezug auf den Verdichtungsraum 20 einen konkaven Verlauf aufweist. Dies soll durch die strichpunktierte Kurve 40 angedeutet werden. In diesem Fall muss entsprechend die Zwangsführung 36 einen angepassten Verlauf aufweisen (Kurve 42), damit sichergestellt ist, dass zwischen dem Amboss 14, d. h. seinem sonotrodenahen Querrand 30 und den durch die Kurve 40 symbolisierte Verlauf der Begrenzungsfläche weiterhin ein gleichbleibender Abstand gegeben ist.

20

Um zu ermöglichen, dass ein mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgebildeter Knoten 44 abgerundete Längskanten 44, 46, 48, 50 aufweist, ist nach dem Ausführungsbeispiel der Fig. 3 vorgesehen, dass die Ränder von der Sonotrode 12, dem Amboss 14 und dem Begrenzungselement 16 einen in Richtung der jeweiligen angrenzenden Begrenzungsflächen 18, 22, 24 einen gebogenen Verlauf aufweist. Die entsprechenden vorspringenden Randabschnitte sind in der Fig. 3 mit den Bezugszeichen 52, 54, 56 gekennzeichnet. Durch die Randabschnitte 52, 54, 56 bedingt weisen die Begrenzungsflächen 18, 22, 24 in Bezug auf den Verdichtungsraum 20 im Eckbereich einen konkaven Verlauf auf.

Mit anderen Worten sind die die Ecken des Verdichtungsraums 22 begrenzenden Querränder 52, 54, 56 der Begrenzungsflächen 18, 22, 24 als in Richtung der angrenzenden Begrenzungsflächen 18, 22, 24 sich erstreckende Vorsprünge ausgebildet.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 erstreckt sich zwischen der Sonotrode 12 und dem Begrenzungselement 16 ein Zwischenelement wie eine Zwischenplatte 58, die von der Vorrichtung ausgeht, also in Bezug auf den Verdichtungsraum 20 stationär ist. Durch diese Maßnahmen ergibt sich der Vorteil, dass der entsprechende Kantenbereich des dem Verdichtungsraum 20 zu entnehmenden verschweißten Knotens 44 abgeflacht ist.

Um eine reibungsarme Zwangsführung des Ambosses 14 zu ermöglichen, ist nach dem Ausführungsbeispiel der Fig. 6 – in übertriebener Darstellung – vorgesehen, dass der Amboss 14 nicht senkrecht zum Verstellweg 26 des Begrenzungselementes 16 verschiebbar ist, sondern unter einem Winkel δ , der zwischen 86° und 88° liegen kann, ohne dass hierdurch die erfindungsgemäße Lehre verlassen wird. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass das Verstellen des Ambosses 14 beim Verkleinern des Querschnitts des Verdichtungsraums 20 mit weniger Kraftaufwand ermöglicht wird. Unabhängig hiervon wird jedoch sonotrodennaheliegender Querrand 30 des Ambosses 14 parallel zur Begrenzungsfläche 18 der Sonotrode 12 beim Verändern des Querschnitts des Verdichtungsraums 20 verstellt. Dies wird durch den Doppelpfeil 32 symbolisiert.

Wie bereits prinzipiell in der Fig. 6 angedeutet worden ist, kann die Sonotrode mehrere Begrenzungsflächen 18 aufweisen. Um eine optimale Nutzung zu ermöglichen, kann die Sonotrode 12 in ihrem die Begrenzungsflächen 18 aufweisenden Bereich als Vieleck, insbesondere Achteck ausgebildet sein, wie sich dies aus der Fig. 7 ergibt.

Erfindungsgemäß und in Abweichung vom vorbekannten Stand der Technik wird der Verdichtungsraum 20 einzig und allein von drei zueinander verstellbaren bzw. in Schwingung versetzten Elementen begrenzt, und zwar in den Ausführungsbeispielen von der Sonotrode 12, der Gegenelektrode oder dem Amboss 14 sowie dem seitlichen Begrenzungselement 16. Sollte zusätzlich entsprechend dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 ein Zwischenelement 58 vorgesehen sein, so fällt eine solche Ausführungsform gleichfalls unter den Gedanken, dass der Verdichtungsraum 20 allein von drei Elementen derart begrenzt wird, dass im gewünschten Umfang der Verdichtungsraum in zwei senkrecht zueinander verlaufenden Richtungen verstellbar ist.

Dadurch, dass der Verdichtungsraum 20 eine Dreieckgeometrie aufweist, wobei eine Ecke des Dreiecks tiefster Punkt des Verdichtungsraums 20 ist, ergibt sich des Weiteren der Vorteil, dass problemlos auch eine geringe Anzahl von Leitern 10 verdichtet und verschweißt werden können, da diese auf Grund der Geometrie des Verdichtungsraums 20 quasi übereinander und nicht nebeneinander angeordnet werden. Es erfolgt demzufolge ein Stapeln der Leiter 10.

Des Weiteren können sämtliche Begrenzungsflächen 18, 22, 24 strukturiert sein, ein Vorteil, der bei den bekannten Ultraschallschweißvorrichtungen mit im Querschnitt verstellbarem Verdichtungsraum grundsätzlich nicht gegeben ist.

Durch die dreieckförmige Geometrie des Verdichtungsraums ist auch der Vorteil gegeben, dass die von der Sonotrode 12 gebildet Begrenzungsfläche 18 in Bezug auf den Verdichtungsraum nicht eben, sondern gekrümmt, vorzugsweise konkav, gegebenenfalls aber auch konvex ausgebildet sein könnte, da durch die Zwangsführung des Ambosses 14 sichergestellt ist, dass dieser zu der Begrenzungsfläche 18 einen konstanten oder nahezu konstanten Spalt beim Verstellen aufweist.

Die erfindungsgemäße Lehre bietet des Weiteren die Möglichkeit, einen selbstregulierenden Schweißablauf durchzuführen, da der Vorteil gegeben, dass dann, wenn nach dem Verdichten bzw. Kompaktieren der Leiter eine charakteristische Größe des Verdichtungsraums wie Höhe bestimmt wird, unmittelbar der Querschnitt des Verdichtungsraums mit der Folge bekannt ist, dass in einem Speicher abgelegte Schweißparameter unter Zugrundelegung der charakteristischen Größe abgerufen werden können, um einen optimalen Schweißprozess durchzuführen. Mit anderen Worten wird der Grundgedanke der Lehre der EP 0 723 713 D1 genutzt, jedoch einfacher durchgeführt.

5 Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verdichten und/oder Verschweißen von elektrischen Leitern (10), insbesondere zur Herstellung von Durchgangs- oder Endknoten von Litzen, umfassend eine Ultraschallschwingungen erzeugende Sonotrode (12), von der ein Abschnitt eine erste Begrenzungsfläche (18) eines die Leiter aufnehmenden Verdichtungsraum (20) ist, der des Weiteren von einem eine zweite Begrenzungsfläche (22) bildenden Abschnitt einer Gegenelektrode (14) sowie zumindest einer weiteren von einem Abschnitt eines Begrenzungselementes (16) gebildeten dritten Begrenzungsfläche (24) begrenzt ist,

dadurch gekennzeichnet,
dass der Verdichtungsraum (20) einen im Wesentlichen dreieckförmigen offenen Querschnitt aufweist, der von den relativ zueinander verstellbaren Abschnitten der Sonotrode (12) und der Gegenelektrode (14) sowie dem einen Begrenzungselement (16) umgeben ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der die erste Begrenzungsfläche (18) bildende Abschnitt der Sonotrode (12) zur von der Gegenelektrode (14) gebildeten zweiten Begrenzungsfläche (22) einen Winkel α mit $\alpha \neq 90^\circ$ beschreibt und dass die zweite Begrenzungsfläche unter Einhaltung eines Spaltes in die erste Begrenzungsfläche übergeht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der die erste Begrenzungsfläche (18) bildende Abschnitt der Sonotrode (12) zu der von dem Begrenzungselement (16) gebildeten dritten Begrenzungsfläche (24) einen

Winkel β mit $\beta \neq 90^\circ$ beschreibt und dass die dritte Begrenzungsfläche unter Einhaltung eines Spaltes in die erste Begrenzungsfläche übergeht.

4. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
5 *d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t*,
dass die von der Gegenelektrode (14) gebildete zweite Begrenzungsfläche (22) zu der von dem Begrenzungselement (16) gebildeten dritten Begrenzungsfläche (24) einen Winkel γ mit $\gamma = 90^\circ$ oder $\gamma > 90^\circ$ einschließt.
- 10 5. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 *d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t*,
dass von dem Begrenzungselement (16) verschiebbar die Gegenelektrode (14) ausgeht und dass die Gegenelektrode derart beim Verstellen des Begrenzungselementes zwangsgeführt ist, dass die Gegenelektrode bzw. dessen sonotrodennaher Rand (30) entlang der ersten Begrenzungsfläche (18) unter Einhaltung eines konstanten oder nahezu konstanten Spaltes während des Verdichtens bzw. Verschweißens der Leiter (10) verstellbar ist.
- 20 6. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
25 *d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t*,
dass die Zwangsführung mechanisch oder motorisch gesteuert erfolgt.
- 30 7. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
35 *d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t*,
dass die Gegenelektrode mit einer Zwangsführung zusammenwirkt, deren Verlauf in zumindest einem Abschnitt dem der ersten Begrenzungsfläche entspricht.
8. Vorrichtung nach vorzugsweise zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
40 *d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t*,
dass sämtliche Begrenzungsflächen strukturiert sind.

9. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Begrenzungsfläche in Bezug auf den Verdichtungsraum einen zumindest abschnittsweise konkaven Verlauf aufweist.

5

10. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sonotrode mehrere Begrenzungsflächen aufweist.

10

11. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Sonotrode in ihrem die Begrenzungsflächen aufweisenden Bereich einen Querschnitt eines Vielecks wie Achtecks aufweist.

15

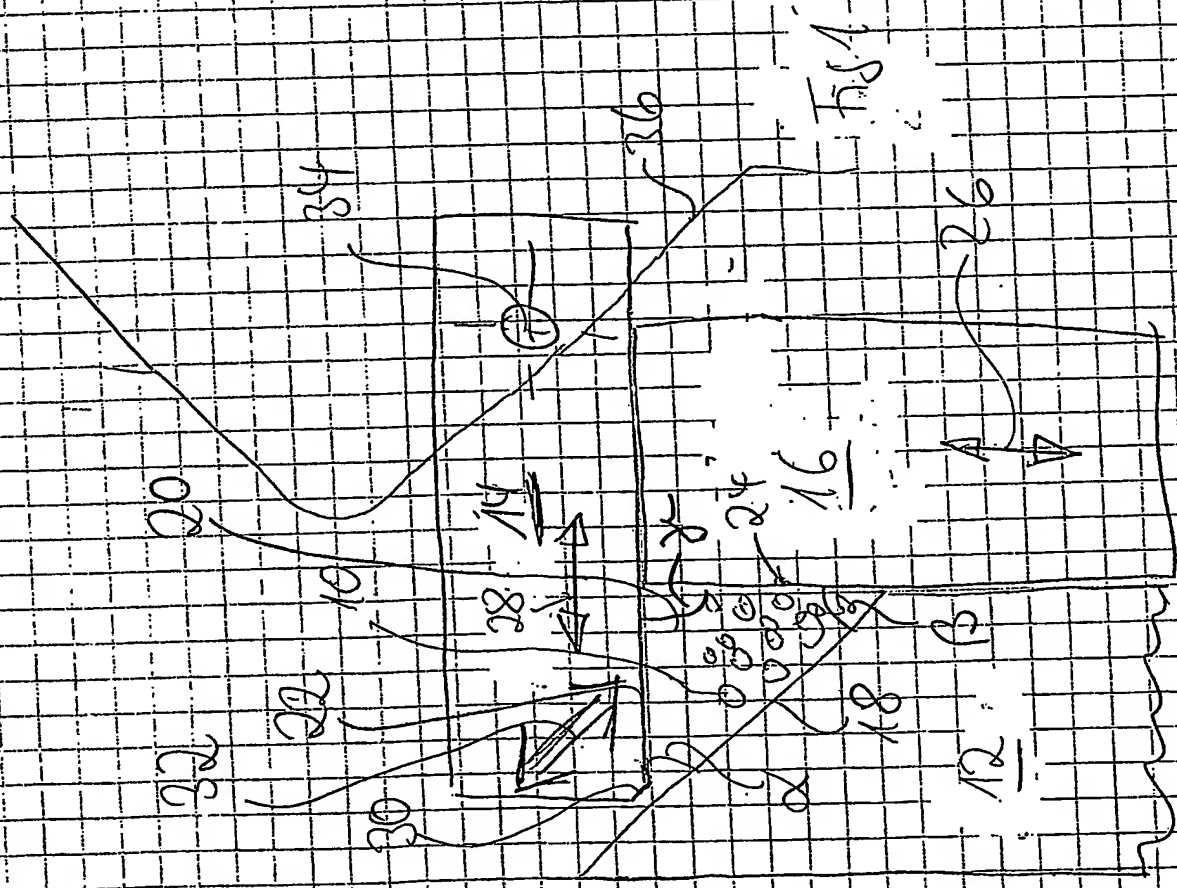
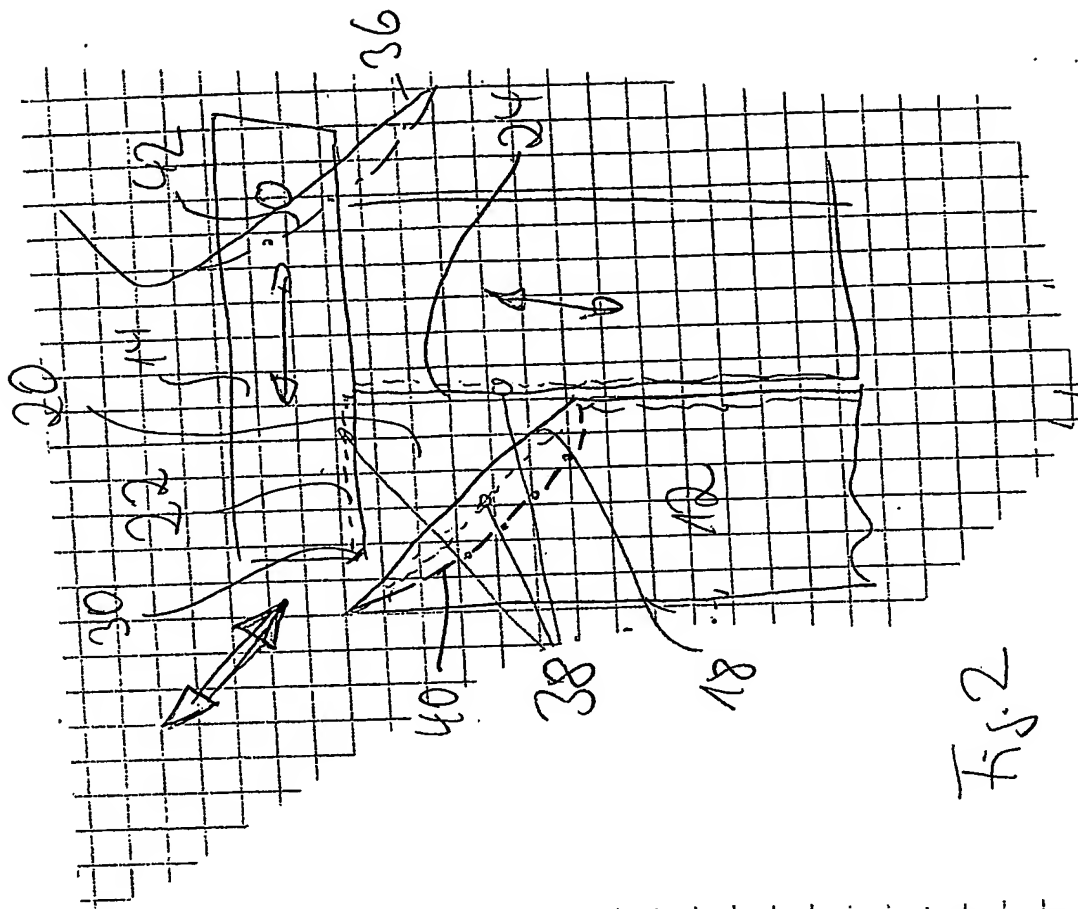
12. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Gegenelektrode derart zwangsgeführt ist, dass zum Einlegen der Leiter in den Verdichtungsraum die Gegenelektrode außerhalb des Verdichtungsraums verläuft.

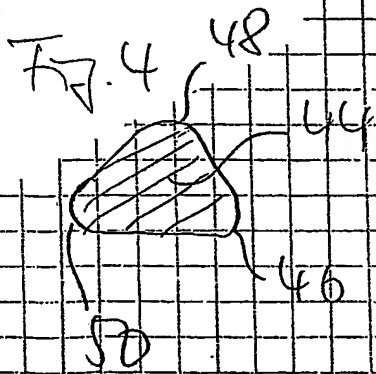
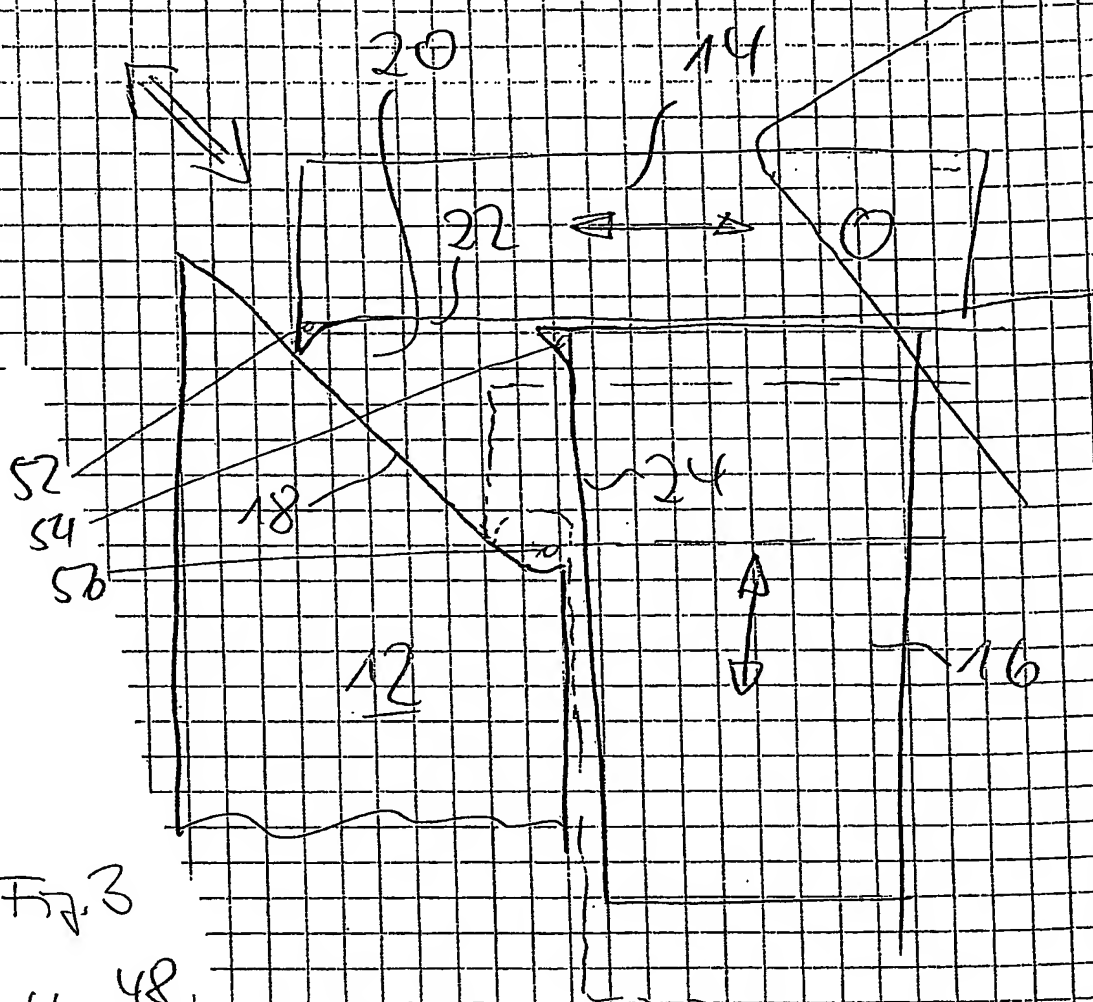
20

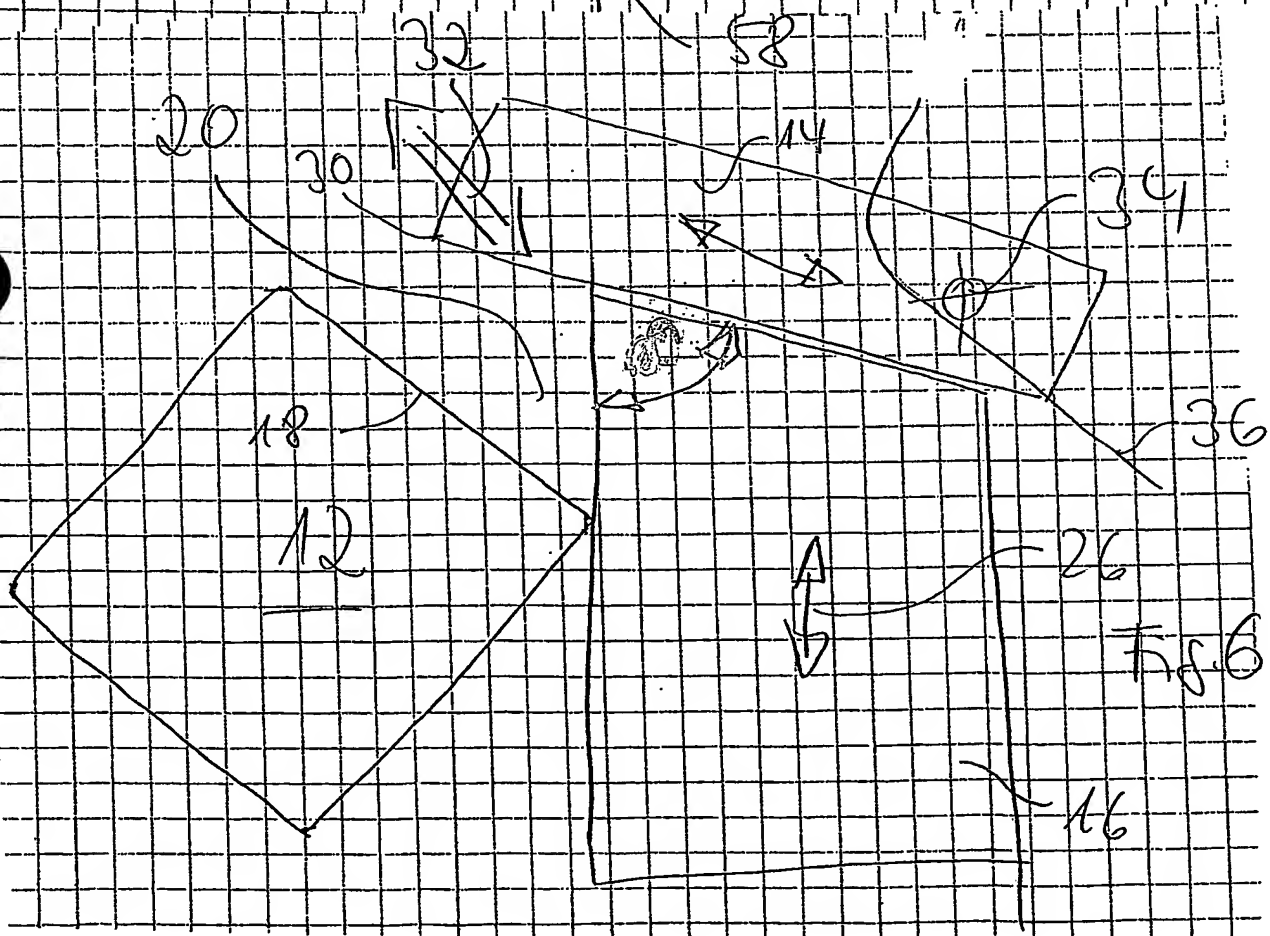
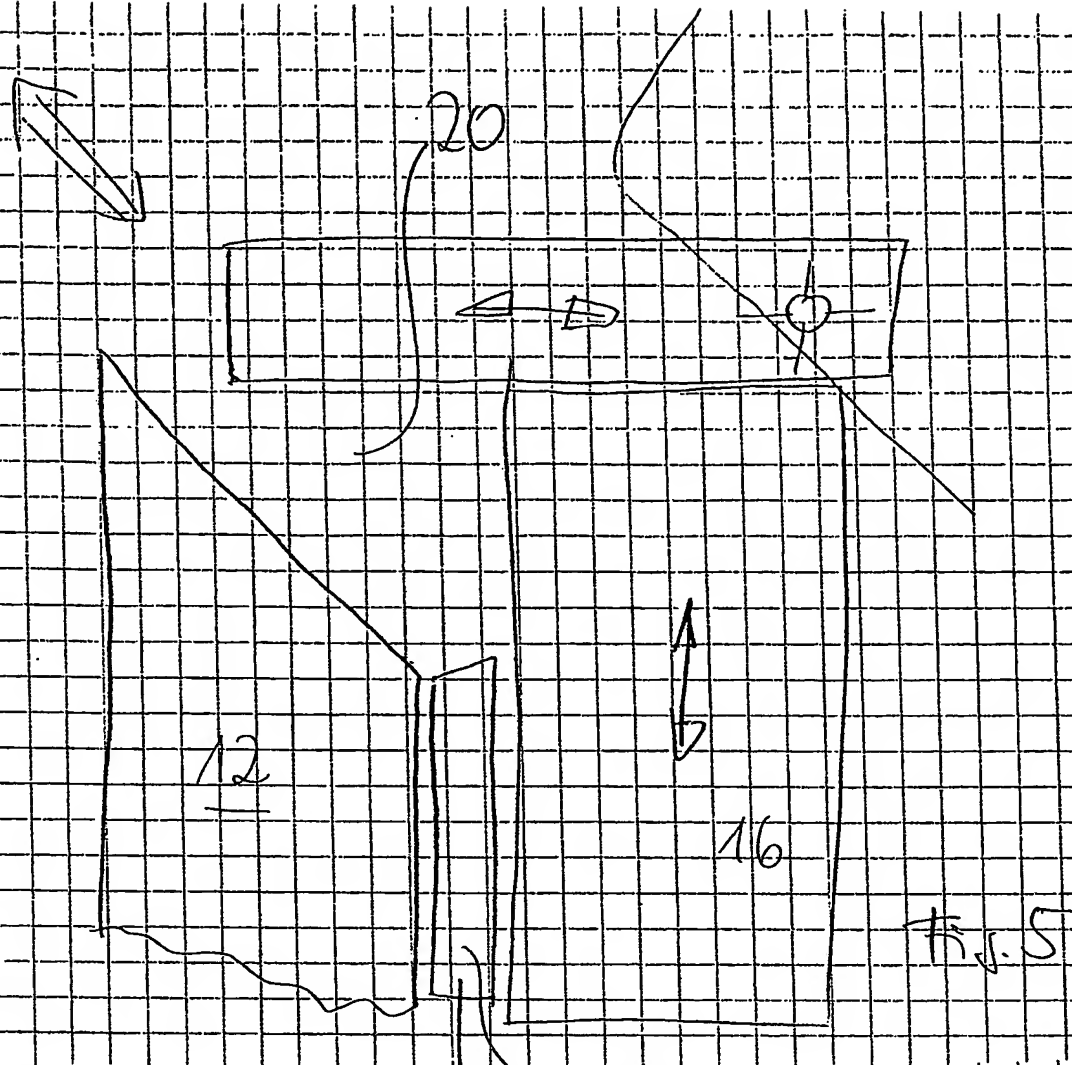
13. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen der Sonotrode und dem Begrenzungselement ein Zwischenelement wie eine Zwischenplatte verläuft.

25

14. Vorrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass an das Begrenzungselement angrenzender Rand der Sonotrode und/oder an die Gegenelektrode angrenzender Rand des Begrenzungselements und/oder an die Sonotrode angrenzender Rand der Gegenelektrode derart geformt ist, dass der Querschnitt
30 des Verdichtungsraums entsprechend abgerundete Ecken aufweist.







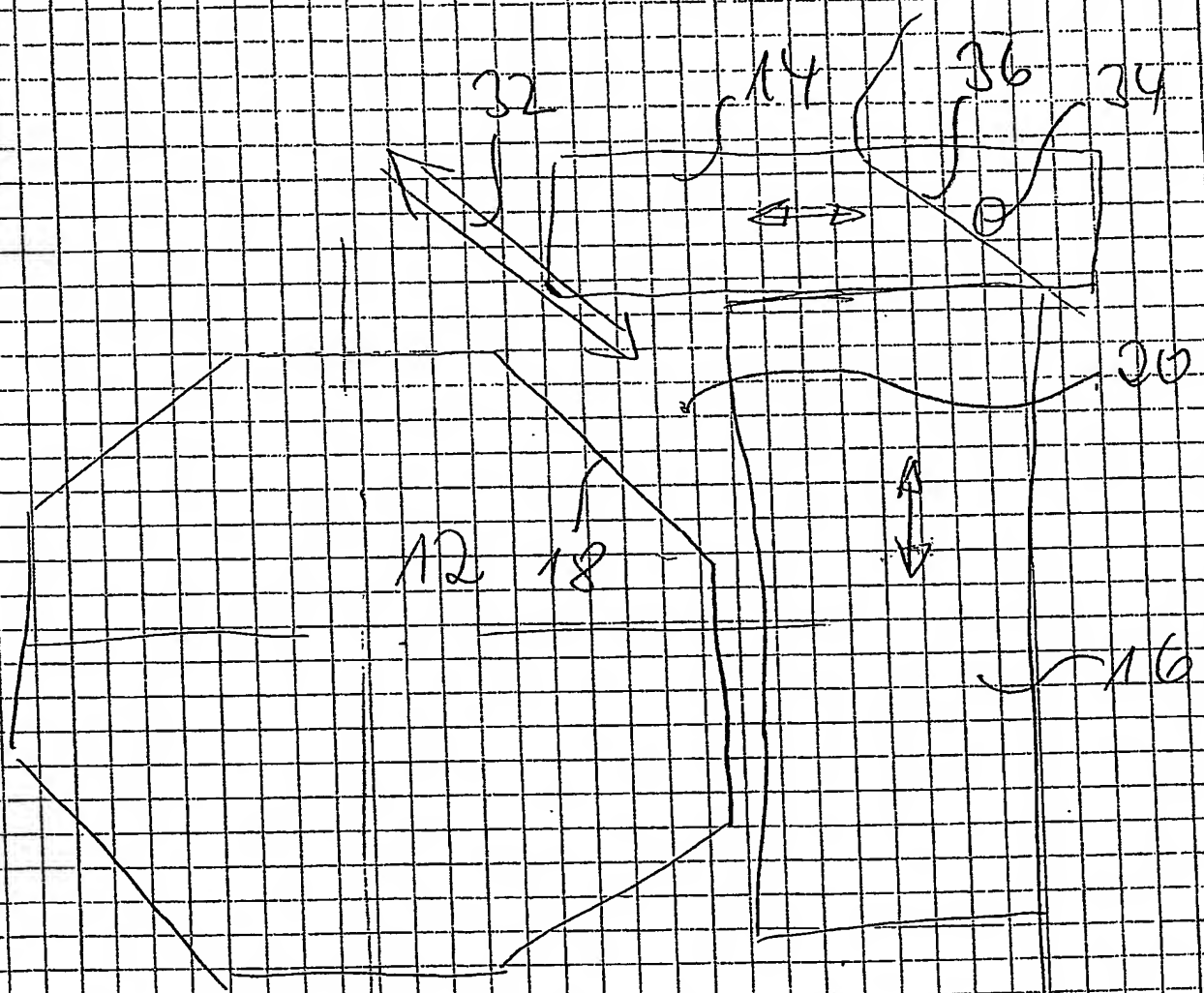


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.